Beiträge zur Kenntnis des Reptilien-Ovariums.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders Universität zu Erlangen

vorgelegt

von

A. F. Arnold, Tierarzt
aus Ladenburg, Baden.

Waldshut
Buchdruckerei von Heinrich Zimmermann
1892.

Beiträge zur Kenntnis des Reptilien-Ovariums.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

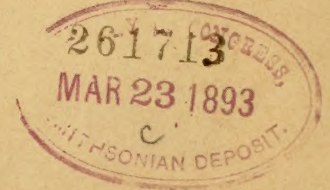
der

Friedrich-Alexanders Universität zu Erlangen

vorgelegt

von

A. F. Arnold, Tierarzt
aus Ladenburg, Baden.



Waldshut
Buchdruckerei von Heinrich Zimmermann
1892.

Die vorliegende Arbeit wurde im zoologischen Institut Erlangen auf Anregung des Herrn Prof. Dr. E. Selenka ausgeführt. Mit Freuden ergreife ich die Gelegenheit, hier an erster Stelle diesem meinem hochverehrten Lehrer für die Überlassung des reichlichen Materials und seine liebenswürdige Unterstützung, sowie auch ganz besonders Herrn Privatdozent Dr. A. Fleischmann für seine stets bereite Hilfe meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Ovarien und Eier der Reptilien sind sowohl vom vergleichend anatomischen, wie entwicklungsgeschichtlichen Standpunkt aus schon verschiedenemal untersucht und beschrieben worden. Die einen Forscher beschäftigen sich mit dem Ovarium selbst und der Eibildung in ihm und andere wieder nur mit dem Ei in seinen verschiedenen Wachstumszuständen. Zu den ersteren gehören die Untersuchungen von Waldeyer, Leydig, Ludwig, Braun und Hoffmann, zu den letzteren die von Gegenbauer, Eimer und Sarasin.

Waldeyer hat in seinem neue Bahnen eröffnenden Werke „Eierstock und Ei," Leipzig 1870, eine Beschreibung der Ovarien aller Tierklassen gegeben und natürlich auch das der Reptilien besprochen. Da er jedoch annahm, dass es im Bau mit dem Vogelovarium fast vollständig übereinstimme, verweist er meist auf jenes. Seine eigenen Angaben sind an Ovarien von Lacerta agilis gewonnen.

Leydig beschreibt in seiner Arbeit „Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier" Tübingen 1872, den anatomischen Bau von Lacerta agilis, viridis und vivipara, sowie Anguis fragilis und behandelt dabei auch in Kürze deren Ovarium, ohne sich jedoch weiter auf die Eibildung in demselben einzulassen.

Ludwig gab in seiner Preisschrift „Ueber die Eibildung im Tierreiche" Arb. aus dem zoologischen Institut Würzburg, Bd. I, 1874 eine Darstellung der verschiedenen Arten der Eibildung im gesammten Tierreich, auch eine Zusammenstellung der damals bestehenden Ansichten über Ovarium und Ei der Reptilien.

Die Braun'sche Arbeit „Urogenitalsystem der einheimischen Reptilien entwicklungsgeschichtlich und anatomisch bearbeitet", ist zumeist entwicklungsgeschichtlich und bringt nach einer historischen Uebersicht die Entwicklung

der Harn- und Geschlechtsorgane vom noch indifferenten Stadium des Embryo im Eileiter bis zum ausgewachsenen Tier und zwar von Lacerta agilis, Anguis fragilis, Tropidonotus natrix, sowie einzelne Beobachtungen an Lac. muralis L. Lilfordi, L. faraglionensis, Coronella, Vipera berus und Phyllodactylus, europaeus, während er die Bildung der Eier und die dadurch hervorgerufenen Veränderungen ausser der Frage nach dem Eimer-Clark-schen Binnenepithel nicht berücksichtigte.

Gegenbaur vergleicht in seiner Abhandlung: „Ueber den Bau und die Entwicklung der Wirbeltiere mit partieller Dotterteilung", (Archiv für Anat. und Physiologie 1861) die Eier der Vögel, Reptilien und Selachier, wobei er sowohl auf allgemeine Fragen über Eier mit partieller Furchung, als auch speziell über die Beschaffenheit der Eier dieser Klassen einging. Seine Beobachtungen machte er an Lac. agilis, Tropid. natrix, Alligator lucius und Emys Europaea.

Eimer behandelt in zwei Abteilungen: I. Untersuchungen über die Eier der Reptilien, II. Zugleich Beobachtungen am Fisch- und Vogelei, (Archiv für mikr. Anat. Bd. VIII 1872), die Reptilieneier in sehr eingehender Weise. Jedoch finde ich gerade in seiner Arbeit, wie ich später darthun werde, auch eine Anzahl von Beobachtungen, welche an künstlich veränderten Präparaten gemacht sind und dadurch zu falschen Schlüssen führten. Seine Untersuchungsobjekte sind hauptsächlich Tropid. natrix, sowie Lac. viridis.

Dasselbe kann ich auch von C. F. Sarasin sagen, nur dass dieser seine Studien an Lac. agilis machte.

J. Clark in Agassiz Contributions to the natural history of the united St. of N. A., Vol. II Part. III hat nur Schildkröten als Gegenstand der Untersuchung gewählt, ich konnte aber seine Angaben nicht prüfen, da mir solche nicht zur Verfügung stunden.

C. K. Hoffmann in Leiden fasst in Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Band VI, Abt. 3, Liefg. 30, 31 und 32, Leipzig und Heidelberg 1882, fast alle Angaben über Reptilienovarien und Eier, wie auch ich sie von den vorher genannten Forschern zitiert habe, zusammen, ohne dieselben kritisch auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Bei Durchsicht der verschiedenen Abhandlungen erhellt, dass so ziemlich über alle Bestandteile eine grosse Verschiedenheit der Ansichten besteht und häufig geradezu direkte Widersprüche herrschen. Es soll daher meine Aufgabe sein, die einzelnen Angaben durch Vergleichung mit eigenen Präparaten auf ihre Richtigkeit zu prüfen und zu versuchen, dadurch eine zusammenfassende Darstellung des Baues und der verschiedenen Lebenszustände des Ovariums zu geben. Natürlich kann ich dies nur für die von mir untersuchten Spezies thun, werde jedoch auch, wo es möglich ist, Abweichungen bei anderen Arten erwähnen. Dabei verfahre ich in der Weise, dass ich die Ansichten der

einzelnen Autoren (zum Teil wörtlich) wiedergebe und dieselben dann unter Angabe meiner eigenen Resultate einer Besprechung unterziehe.

Ich halte es für notwendig, hier auf die Methode der Untersuchung resp. Herstellung meiner Präparate zur Ermöglichung einer Prüfung derselben näher einzugehen, da viele Meinungsdifferenzen häufig auf die Art der Behandlung der Untersuchungsobjekte zurückgeführt werden können. Wenn man überhaupt den aus erhärteten Präparaten auf lebendige Entwicklungsvorgänge gezogenen Folgerungen stets mit Reserve begegnen muss, so ist im höchsten Grade bei Ovarien Vorsicht geboten, da es wahrscheinlich ist, dass die Follikelepithelien und der flüssige Dotter in Bezug auf Struktur und Konsistenz durch Einwirkung der Säuren mannigfach verändert werden können. Insbesondere muss der Dotter als ein Gemisch chemisch verschiedenartiger Stoffe betrachtet werden, die durch den Gang der Behandlung auch verschieden afficiert werden müssen. Daraus erklärt sich leicht die Beschreibung vieler in allen Fällen sich andersgestaltender Gebilde, die schon dadurch mindestens als unwesentliche Bestandteile dieses Organes oder gar als reine Kunstprodukte sich erweisen.

Durch die Güte des Herrn Prof. Dr. Selenka gelangte ich im Laufe des Sommers 1888 in den Besitz einer grösseren Anzahl lebender weiblicher Reptilien und zwar:

Lacerta agilis, muralis, viridis und vivipara, Anguis fragilis, Tropidonotus natrix, Coronella laevis, Coluber Aesculapii und Col. tesselatus, so dass es mir möglich wurde, ein umfangreiches Material für die Untersuchung aller Entwicklungsstufen der Ovarien zu sammeln. Dieselbe geschah nur in wenigen Fällen am frischen Objekte, während ich der Anfertigung von Dauerpräparaten schon wegen der Überhäufung mit Material, aber besonders deshalb den Vorzug gab, weil ohne vorherige Erhärtung die Lageverhältnisse verschiedener Gewebsbestandteile nicht zu erkennen sind. Ich verfuhr dabei folgendermassen:

Die den Tieren sofort nach dem Tode entnommenen Ovarien wurden eingelegt in Pikrinschwefelchromsäure nach Kleinenberg und Fol, 24 Stunden, oder Chromsalpetersäure nach Perényi, $^1/_4$—1 Stunde je nach Grösse, oder Sublimatlösung, konzentriert, 10 Minuten bis 1 Stunde.

Aus den mit Pikrinschwefelchromsäure behandelten Objekten wurde durch Alkohol 35% die Säure zum grössten Teil ausge-

waschen und dieselben hierauf in stärkeren Alkohol von 50 und 75 % langsam übergeführt, wobei der Alkohol noch längere Zeit täglich gewechselt wurde, bis keine Gelbfärbung mehr eintrat.

Die Chromsalpetersäure-Objekte wurden gleich in Alkohol 70 % übertragen, der nur einigemal abgegossen wurde.

Die Sublimatobjekte wurden in Wasser einige Stunden und sodann im Alkohol 35 % mit Zusatz von einigen Tropfen Jodtinktur, bis keine Entfärbung derselben mehr eintrat, ausgewaschen und ebenso später im Alkohol 50 und 70 % liegen gelassen.

Vom Alkohol 70 % ab, der gewissermassen einen Ruhezustand bildete und teilweise schon vom 50 %igen kamen die Ovarien in Farbe und zwar zum grössten Teil in Boraxkarmin nach Grenacher, der Rest in Haematoxilin nach Kleinenberg. Die mit Boraxkarmin gefärbten Präparate brachte ich alsdann in bekannter Weise zum Ausziehen der überschüssigen Farbe in mit Salzsäure angesäuerten Alcohol 50 % (auf 100 grm. Alkohol 12 Tropfen), jedoch nur ca. 3 Stunden, weil sonst grössere Eier bersten oder mindestens Formveränderungen erleiden; die mit Haematoxylin in einfachem Alkohol 50 % und von da ab wurden beide gleichmässig succesive in Alkohol 70, 96 und 100 % und Carbol-Toluol vollends entwässert, in Toluol-Paraffin übertragen und schliesslich drei Stunden in flüssiges Paraffin bei 58° C. gelegt und dann eingebettet.

Das Schneiden kleinerer Objekte hatte, wenn sie nicht zu lange in Alkohol 96 oder 100 % gelegen, keine weiteren Schwierigkeiten. Schnitte von Ovarien mit Eiern von Erbsengrösse und manchmal schon darunter jedoch sind ohne vorheriges Bestreichen der Schnittfläche mit Collodium nicht zu brauchen wegen des Zerbröckelns der Dottermasse. Sarasin empfiehlt diese Methode, doch gelang es mir nicht, wie er angibt, auf diese Weise lückenlose Serien zu erhalten, weil die Schnittfläche durch Eintrocknen sich in der Mitte vertiefte. In Celloidin eingebettete Objekte liesen sich noch viel weniger bearbeiten, da sie so hart wurden, dass das Messer sich bog oder ausbrach.

Zur besseren Übersicht werde ich, entsprechend den Bestandteilen, die Beschreibung gliedern in A. Ovarium und B. Ei und das erstere wieder in Eierstocks- bezw. Keimepithel

Eierstocksstroma, Follikelepithel, corpus luteum, das letztere in Dotterhaut, Dotter, Keimbläschen. Bei beiden Hauptabschnitten werde ich die einzelnen Teile, sowie ausserdem beim Ovarium die Neubildung von Follikeln und beim Ei dessen Ernährung getrennt besprechen, das Ei jedoch nur berücksichtigen, solange es mit dem Ovarium in Zusammenhang steht, d. h. bis zu seinem Übertritt in den Ovidukt. Gleich am Anfang sei hiemit gesagt, dass sich bei allen von mir untersuchten Spezies eine auffallende Übereinstimmung findet, weshalb meine Angaben auch stets allgemein gehalten sind und nur da, wo sich Abweichungen zeigen, auf diese besonders aufmerksam gemacht ist.

A. Das Ovarium.

Ueber den Eierstock, als Ganzes betrachtet, findet man nur wenige Angaben der Autoren.

Nach der Beschreibung Leydigs ist bei Eidechsen und Blindschleichen der Eierstock ganz junger Tiere, die noch nicht über das erste Lebensjahr hinaus sind, aus zwei wesentlich verschiedenen Partieen zusammengesetzt, aus der Keimstätte der Eier und zweitens aus einem, weite Lymphräume umschliessenden und Blutgefässe tragenden Teil. Bei erwachsenen Tieren zerfalle der letztere ebenfalls wiederum in zwei Teile, in das spärliche bindegewebige Keimlager oder Stroma und die grossen Follikel, die wegen der geringen Mächtigkeit des Stromas dem ganzen Eierstock ein traubiges Aussehen verleihen.

Braun sagt nur, es sei in den paarigen Organen der Leibeshöhle eine Asymmetrie in der Höhe bemerklich. Schon von Anfang an mache sich dieselbe bei Anlage der Geschlechtsorgane geltend und erhalte sich durch das ganze Leben.

Nach Hoffmann's Darstellung sind „Die Ovarien bei den Sauriern traubige, mehr länglichovale Organe, die gewöhnlich ziemlich weit gegen das Becken zurückliegen, in einem zarten Gerüst von Bindegewebsbalken eingebettet, die durch Membranen zu eigentlichen Fächern verbunden sind. Nach vorwärts und rückwärts sind sie durch zarte Fäden am Bauchfell befestigt."

Gegen Leydig's Ausspruch ist nichts einzuwenden. Die Erklärung Hoffmann's über Lage und Anheftung des Ovariums ist sehr unklar und auch entschieden unrichtig, denn weder von einem zarten Gerüst von Bindegewebsbalken, noch von einer Befestigung durch zarte Fäden ist etwas nachzuweisen. Die äussere Gestalt des Eierstockes ist bei den Sauriern die einer länglichen Weintraube, während sie bei den Ophidiern, der Körperform entsprechend, mehr langgestreckt ist, da bei diesen

die Follikel in Längsreihen angeordnet sind. Der Angabe Braun's gemäss liegt der rechte Eierstock mehr noch vorn, als der linke. Dieselben sind im hinteren Drittel der Leibeshöhle, nahe der Wirbelsäule, neben dem Mesenterium, an einer Bauchfellduplikatur aufgehängt, welches sie vollständig umschliesst.

Das Epithel des Eierstockes.

Die einfache Untersuchung des Ovariums am ausgewachsenen Tiere macht es nicht leicht, einen richtigen Begriff von der Struktur des epithelialen Überzuges zu bekommen. Richtigere Ansichten wird man gewinnen, wenn man die embryonale Entwicklung des Organes verfolgt und daher kam es auch darüber zu Meinungsverschiedenheiten.

So konstatiert Waldeyer (bei Lac. agilis) ein die gesammte Oberfläche gleichmässig überziehendes Epithel von ganz derselben Beschaffenheit, wie bei den Vögeln, aus einer einschichtigen Lage von kurzzylindrischen Zellen bestehend, welches sich mit scharfer Grenze gegen das Peritonealepithel absetze, jedoch ursprünglich aus diesem durch Verdickung hervorgegangen sei.

Leydig erklärt, dass das flachzellige Epithel des Bauchfelles das Ovarium vollständig überziehe, dass dieses auch über die beiden dichten zelligen Keimwülste, die Keimstätten, hinweggehe, und desshalb die letzteren nicht vom Bauchfell abstammen, sondern von einem anderen, höher gelegenen Keimblatt. (Ich finde jedoch keine genauere Angabe, was er unter diesem „höher gelegenen Keimblatt“ versteht.) Schon im Keimlager entstehe eine Trennung der Epithelzellen durch ein feines, bindegewebiges Fachwerk, welches zum Teil aus Abscheidungen der Keimzellen sich bilde, während andere sich selbst in Bindegewebskörper umwandeln. Das Gerüste sei aber erst späteren Datums und erst durch sein Auftreten geschehe die Zerlegung der zelligen Uranlage in die Follikel.

Ludwig bestreitet die Angabe Waldeyers, indem er auf die von Leydig veröffentlichten Beobachtungen hinweist.

Braun hat die Bildung des Ovariums von den ersten Anfängen an entwicklungsgeschichtlich verfolgt; er fasst das Ureierlager nur als eine Verdickung des Peritonealepithels auf, von dem einzelne Elemente durch stärkeres Wachstum die Ureier bilden. Bei den Schlangen und beim Geko bleibe das einfache Ureierlager durch das ganze Leben bestehen, während bei der Eidechse und Blindschleiche schon während des embryonalen Lebens eine Zweiteilung des ursprünglich einfachen Ureierlagers eintrete. Dasselbe spalte sich und ziehe sich auf die beiden Seitenteile des Organs zurück, so dass die ventrale Fläche nur von dem einfachen Peritoneum bedeckt sei, das sich aber unmittelbar jederseits in das Ureierlager fortsetze und endlich am Mesovarium ohne erkennbare Grenze wieder in das Peritoneum übergehe. Bei Ovarien

älterer Schlangen löse sich das ursprünglich kontinuierliche, bandförmige Ureierlager mit dem weiteren Wachstum des Ovariums in einzelne langgestreckte Inseln auf, die allmählich aus demselben Substrat, dem Peritonealepithel, hervortauchten und eine Längsreihe neben dem Mesovarium bildeten. Bei älteren Eidechsen seien die Ureierlager auf das hintere Ende des Ovariums beschränkt und von da gehe auch die Follikelbildung aus. Auch Braun hält die Angabe Waldeyers über das Keimepithel auf Grund seiner Untersuchungen für unrichtig. Er glaubt ferner, dass Leydig das beschriebene bindegewebige Fachwerk, welches im Keimlager sich bilden soll, dadurch vorgetäuscht erhielt, dass er das ganze Ovarium unter dem Mikroskop betrachtete und dabei das unterliegende Bindegewebe als im Epithel selbst befindlich zu sehen glaubte.

Nach meinen Untersuchungen kann ich nur Braun's Angaben an zahlreichen Präparaten bestätigen, muss deshalb auch die Beschreibung Waldeyers für unrichtig halten. Das Keimepithel bildet bei Eidechsen und Blindschleichen beiderseits am Grunde des Ovariums eine Fortsetzung des Peritonealepithels, während es bei den untersuchten Schlangen nur auf der der Mitte zugekehrten Seite sich befindet. Es erscheint bei ersteren jeweils als eine spindel-, bei letzteren als eine streifenförmige Anschwellung, die sog. Keimwülste oder Keimstätten. Entgegen der Ansicht Leydigs, ist das Keimepithel nur aus einer Verdickung des Peritonealepithels hervorgegangen. Ich habe von einer Zerlegung desselben durch feine Bindegewebsfasern nichts nachweisen können. Dass sich dieses Bindegewebe aus Abscheidungen der Epithelzellen bilden oder dass gar einzelne Epithelzellen selbst in Bindegewebe übergehen könnten, ist nach unseren Kenntnissen über Entstehung von Bindegewebe undenkbar. Ein Beweis dafür, dass der Überzug des Ovariums das Peritoneum selbst ist, besteht darin, dass auch das Pigment des Bauchfells wo solches vorhanden, in demselben sich vorfindet. Durch die Follikelvergrösserung wird aber der Überzug des Ovariums stark gedehnt und verdünnt und dadurch auch das Pigment in geringerer Mächtigkeit gefunden.

Die Follikelbildung.

Über die Neubildung von Follikeln sind die Ansichten ebenfalls widersprechend. So fand

Waldeyer bei erwachsenen Eidechsen keine Spur einer Follikelbildung von dem von ihm beschriebenen Epithel aus, nimmt jedoch an, dass sie sich analog der der Vögel verhalte, bei welchen sie durch Einsenkung von

Epithelzapfen und Durchwachsung derselben mit Bindegewebe gebildet würden, wodurch dann die Zellengruppen in einzelne Follikel sich zerteilten.

Leydig dagegen sagt, schon in den Keimwülsten zerlege das Bindegewebe den Zellenkörper in rundliche Ballen, die späteren Follikel. Ein Follikel sei daher eine von Bindesubstanz umzogene Gruppe ursprünglich gleicher Zellen, von denen eine der mittleren durch stärkeres Wachsen zum Ei werde, während die anderen das Follikelepithel liefern. Die Follikel, welche an der Keimstätte ihren Ursprung genommen haben, drängten sich sodann zwischen die schon bestehenden Lymphräume ein.

Braun und nach ihm Hoffmann haben über die Art und Weise der Neubildung von Follikeln ausführlich Auskunft gegeben. Braun schildert sie in der Weise, dass sich in der Keimstätte schon einzelne Epithelzellen um eine bedeutend grösser gewordene Zelle gruppieren und so das Follikelepithel um die jugendliche Eizelle bildeten. Dieser neu entstandene Eollikel rücke dann in das unterliegende Eilager und werde nach seinem Austritt von Bindegewebe umwachsen, welches das zukünftige Stroma bilde. Bei neugeborenen Nattern bestehe noch keine Spur von einer Follikelbildung.

Ich muss mich der Darstellung von Braun und Hoffmann vollkommen ausschliessen; über die Anordnung der Follikel im Ovarium habe ich im folgenden Abschnitt näheres angegeben. Auch hier liess sich Waldeyer wiederum viel zu sehr von der oberflächlichen Übereinstimmung des Vogeleierstockes beeinflussen und untersuchte deshalb das Epithel und die Follikelbildung nicht näher. Leydigs Erklärung ist nach dem bereits Gesagten hinfällig geworden.

Die Neubildung von Follikeln erleidet mit Ausnahme der Zeit des Winterschlafes, wie auch Hoffmann angibt, keine Unterbrechung, denn auch nach der Eiablage hört die Follikelbildung noch nicht auf und man findet neben gelben Körpern regelmässig noch im Keimlager ganz frisch entstandene Follikel. Diese Beobachtung widerspricht der Angabe von Schoof (Ferdinand Schoof, Zur Kenntnis des Urogenitalsystems der Saurier, Archiv f. Naturgesch. von Hilgendorf, Berlin 1888), welcher bei Lacerta viridis kein eigentliches Ureierlager, sondern eine Epithelverdickung zu beiden Seiten an der Basis des Ovariums vorfand, in welcher jedoch keine Ureier konstatiert wurden. Die Tiere waren aber erst im Spätherbst getötet und längere Zeit vorher in Gefangenschaft gehalten worden, so dass pathologische Verhältnisse vorliegen können.

Die neugebildeten Follikel vergrössern sich bis zum Eintritt des Winterschlafes nur noch in bestimmtem Masse, denn man findet noch in keinem derselben Eier mit geformten Dotterbe-

standteilen, sondern sie bleiben in dem Stadium, wo der homogene Inhalt ihrer Eier seine grösste Entwicklung erreicht hat, bis zum Frühjahr. Es sind daher die reifenden Eier jeweils schon im vorhergegangenen Spätjahr vorgebildet worden.

Das Stroma des Eierstockes.

Während bei anderen Wirbeltierklassen, welche Eier von geringerer Grösse produzieren, das Stroma die Hauptmasse des Ovariums ausmacht, findet es sich bei den Sauropsiden in Folge der durch den reichlichen Nahrungsdotter bedingten Grösse des einzelnen Eies nur in sehr spärlicher Menge. Es wurde daher auch vielfach als nebensächlicher Bestandteil betrachtet und ganz unbeachtet gelassen.

Gegenbaur sagt darüber nur, bei allen Eiern aus jüngeren Stadien werde der Follikelraum durch einfach faseriges Bindegewebe abgegrenzt. Es läge nicht in seiner Absicht, alle die mit der Entwicklung des Eies am Follikel eintretenden Bau- und Gewebsveränderungen anzuführen, von denen er vor allem die Bildung grossartig erweiterter Kapillarnetze und fast wundernetzartig geformter Venengeflechte zu nennen hätte.

Mehr Angaben macht Leydig. Er erklärt, das Ovarium bei ganz jungen Eidechsen als eine ovalspindelförmige Anschwellung des bindegewebigen Stratums des Bauchfells, an welcher die beiden dichten, zelligen Keimwülste lagern. Bei erwachsenen Tieren bilde das Stroma ein Blätter- und Balkenwerk zwischen den Eifollikeln, die herkömmliche Angabe, der Eierstock sei ein Sack, sei unrichtig. Innerhalb der Balken des Gerüstes, welche nach aussen zur Hülle des Eierstockes zusammenfliessen, verlaufen Blutgefässe. Durch das Balkenwerk werden auch Lymphräume umgrenzt, welche als solche kenntlich seien an ihrem wasserklaren Inhalt. Die Wände dieser letzteren, aus dem vorgenannten Blätter- und Balkenwerk von Bindegewebe bestehend, seien von einem hellen, zarten Epithel ausgekleidet. Auch die Arterien erscheinen teilweise sehr klar von Lymphscheiden umgeben. Zwischen den Lymphräumen lägen die grösseren und kleineren Follikel, welche alle, wie oben bemerkt, an der Keimstätte entstanden seien und sich zwischen die Lymphräume eingedrängt hätten.

Auch die Anwesenheit glatter Muskeln lasse sich in den Zügen des Bindegewebes bemerken und das Gekröse des Eierstockes sei ebenfalls von einem reichen Geflecht glatter Muskeln durchzogen.

Im Februar seien bei Lac. agilis Eierstock und Eileiter noch in völliger Ruhe gewesen; im April hätten sich die über erbsengross gewordenen gelben und zum Austreten reifen Eier in den Follikeln dicht von Blutgefässen umsponnen gezeigt, doch so, dass jeweils eine rundliche Stelle frei von den Gefässen bleibe, wie dies auch bereits Lereboullet bemerkt habe.

Braun stimmt mit Leydig vollkommen überein. Er findet dorsal vom Ureierlager feinfasigere Züge von Bindegewebe, welche ein Maschenwerk von

lymphatischen Räumen abgrenzen, bestreitet aber, dass die Follikel nach ihrer Bildung erst in diese schon bestehenden Räume hineingelangte.

Auch Hoffmann schliesst sich in seinen Angaben vollkommen denen Leydigs an.

Man sieht dei genauerer Untersuchung, dass die Beschreibung von Leydig und Braun nach Querschnittsbildern gemacht ist und wenn man streng urteilen will, den thatsächlichen Verhältnissen nicht entspricht, denn die Eier mit ihrem Follikelepithelmantel werden nicht von Bindegewebsbalken, sondern, wie sich von selbst versteht, von Bindegewebslamellen eingehüllt. Der Ausspruch Leydigs, das Ovarium sei kein Sack, ist unrichtig, denn es bildet dasselbe in der That nichts anderes als einen Sack, wie man sich durch Präparation leicht überzeugen kann, an dessen Wand die einzelnen Follikel der Reihe nach, je nach der Zeit ihrer Bildung aufgehängt sind, umgeben von einem nach Austritt aus dem Keimlager um sie gebildeten bindegewebigen Mantel. Die Anordnung ist bei Eidechsen und Blindschleichen, wie auch Braun angibt, anfänglich eine regelmässig zweireihige, entsprechend dem doppelten Keimlager, sie wird aber später durch die enorme Vergrösserung der Follikel und durch Zugrundegehen einzelner derselben verwischt. Dagegen werden die Follikel bei Schlangen nur in einer Reihe gebildet, weil auch das Keimlager nur ein einfaches ist. Durch das starke Wachstum der Follikel legen sich diese, besonders bei Eidechsen und Blindschle.chen an einander an, platten sich gegenseitig etwas ab und verlöten oder verwachsen an den Berührungsflächen und dadurch wird der Eindruck hervorgerufen, als ob das Ovarium ein solider Körper mit einzelnen Maschenräumen sei. Diese Räume sind vermutlich die von Leydig beschriebenen Lymphräume, die schon vor den Follikeln gebildet seien und zwischen die die Follikel erst einwandern sollen.

Man kann an dem bindegewebigem Stroma eine periphere Lamelle unterscheiden, welche dem Eierstocks- resp. Keimepithel als Grundlage dient (das ursprüngliche peritoneale Bindegewebe) und ferner innere Lamellen, welche die einzelnen Follikel umspannen. Dieses Gerüste, in dem das Keimlager und die Follikel festgehalten sind, ist der Träger der das Ganze ernährenden zahlreichen und vielverzweigten Blutgefässe, welche hauptsächlich um die Follikel Geflechte bilden. Die Gefässe sind an älteren Follikeln nicht mehr rund, sondern ganz platt-

gedrückt und verlaufen so als breite Strassen um die Follikelwand und das umso mehr, je weiter der Follikel im Wachstum vorschreitet. Dies hängt mit der Dehnung desselben zusammen, denn die bindegewebige Hülle wächst nicht mit dem Ei im gleichen Verhältnis, sondern wird, wenn das Ei eine Grösse von ca. 2 mm Durchmesser erreicht hat, durch dessen Wachstum stärker ausgedehnt und nimmt dadurch an Dicke ab, bis sie gegen die Eireife hin nur noch eine membranartige Lage bildet. Ebenso wird auch das Follikelepithel von dort an dünner, so dass es schliesslich nur noch eine schmale Schicht ganz plattgedrückter Zellen bildet. Durch die Verschmälerung des Epithelmantels und der bindegewebigen Umhüllung werden auch die in letzterer verlaufenden Blutgefässe dem Ei immer mehr genähert, so dass dadurch schliesslich eine direkte Ernährung des Eies vom Blut aus ohne Beihilfe der Follikelepithelien ermöglicht wird. Durch die Verbreiterung der Blutgefässe sind zudem die Lumina nur noch durch wenig Gewebe von einander getrennt und so ein engmaschiges Netz von Blutbahnen gebildet, das eine allseitige Umspülung des Follikels mit Blut zu Stande bringt. Ich habe nicht gesehen, dass, wie von Leydig behauptet wird, an reifen Eiern eine rundliche Stelle frei von Gefässen bleibe, an der das Bersten der Follikelwand stattfinden soll.

Wie Aeby in den Eierstöcken sämmtlicher Wirbeltiere (Aeby, die glatten Muskelfasern in den Eierstöcken der Wirbeltiere, Archiv für Anatomie 1861) findet man auch glatte Muskelfasern im Reptilienovarium. Leydig beschreibt dieselben schon und auch ich kann solche bei allen von mir untersuchten Spezies konstatieren und zwar nicht nur als Begleiter der Blutgefässe, sondern auch zerstreut im bindegewebigen Stroma. Aeby hat angegeben, dass sie zur Zeit der Eireife ihre stärkste Entwicklung zeigten. Ich konnte darüber keine nähere Einsicht gewinnen glaube aber auch, wie er annimmmt, dass sie jedenfalls mit der Ausstossung des Eies in Zusammenhang stehen.

Die Frage, ob, wie bei den Vögeln, eine äussere Basalmembran (membrana propria folliculi) sich finde, hat Waldeyer nicht entscheiden können, von anderen wird eine solche nicht erwähnt. Ich habe bei Follikeln von Coluber tesselatus von 2 mm Durchmesser eine homogene, helle Membran von geringer Dicke gesehen, die das Epithel scharf von dem bindegewebigen Stroma abgrenzt.

Das Follikelepithel.

Wie beinahe alle Bestandteile des Ovariums, so ist auch dieser ebenfalls von den verschiedenen Forschern nach Form Wachstumsverhältnissen und physiologischer Bedeutung verschieden beschrieben und erklärt worden.

Gegenbaur sagt darüber, die Zellen besässen bei der Eidechse mehr rundliche Formen, sie lägen zugleich weniger regelmässig, so dass grössere und kleinere nebeneinander vorkommen und sich mehrfach übereinander schieben. Bei Eiern von 2''' habe er solche teilweise vorhandene Mehrschichtigkeit des Epithels bestimmt gesehen. Besonders ausgezeichnet seien die Kerne, die helle, einen grossen Teil der Zelle erfüllende Bläschen darstellten. Er nimmt an, dass sich das Epithel, wie bei den Vögeln, bei Reifung des Eies fettig metamorphosiere.

Nach Waldeyer ist das Epithel (bei Lac. agilis) im Gegensatz zu dem der Vögel, wenigstens bei kleineren und mittleren Follikeln, mehrschichtig. Bei frisch untersuchten Follikeln seien die innersten Zellen gross, rundlich, blass, mit deutlichem Kern und ungemein scharf und klar ausgeprägtem Kernkörperchen und zwischen diesen grösseren Zellen sehe man zahlreiche kleinere, deren Durchmesser kaum die Hälfte der anderen erreiche. An gehärteten Präparaten nähmen diese kleinen Zellen die äusere Lage ein und grenzten unmittelbar an die bindegewebige Follikelwand. Das Protoplasma der kleineren sei dunkler als das der grossen, letztere erhielten nach dem Erhärten eine mehr zylindrische Gestalt und stünden wie Ziegelsteine dicht zusammengepresst radiär auf der Dotterperipherie. In dem hellen Protoplasma der grossen Epithelzellen finde man stets zahlreiche, stark glänzende Elemente von derselben Grösse, wie die kleinsten Dottermolekel. Bei älteren Follikeln scheinen die grossen Epithelzellen ganz aufgebraucht zu werden, zwischen Dotterhaut und bindegewebiger Follikelwand bleibe nur eine einschichtige Lage kleiner, abgeplatteter Zellen übrig, möglicherweise jene kleinen Zellen, von denen vorhin die Rede war.

Es sei wahrscheinlich, dass die Protoplasmafortsätze der Epithelzellen durch die Dotterhaut durch bis an den Dotter hinanreichen und vielleicht dort sich ebenfalls noch in Dotterbestandteile umformen.

Eimer sagt, dass bei der Natter und der grünen Eidechse das Epithel in Follikeln von 0,55 mm schon mehrschichtig sei, dass seine Zellen von da ab an Zahl nicht mehr zunehmen, sondern sich vergrössern mit dem Wachstum des Eies, besonders die mittlere Lage. Er unterscheidet dreierlei Epithelien: 1. zu äusserst mehrfach über- und zwischeneinanderliegende, ganz kleine Gebilde, scheinbar Kerne, mit einem Minimum von Protoplasma, 2. die grössten mittleren, 3. die unter diesen liegenden, wovon die beiden letzteren von sehr verschiedener Form mit vielfach scharfen Ecken und feinen Ausläufern versehen seien, welcher da und dort mit einander in Verbindung stehen. In Follikeln von ca. 1 mm Durchmesser hätten sich die mittleren Zellen lang gestreckt, seien kegelförmig, mit der Basis nach aussen. Die Zellwandungen seien vielfach abgeplattet, kantig oder in feine, abstehende Spitzen ausge-

zogen. Dadurch werden die kleinen, randständigen Zellen nach aussen gedrängt und so die Granulosa verbreitet, so dass sie bei Follikeln von 1,75—2 mm ihre grösste Breite mit 0,08 erhalte, von wo sie dann wieder abnehme und schliesslich auf eine einzige Lage plattgedrückter Zellen zusammenschrumpfe. Die Kerne der grossen Epithelien seien 0,014 mm gross, oval oder rund und enthalten grosse Kernkörperchen (0,005 mm) mit fettähnlichem Glanz. Nun soll sich die Zelle in Trompetenform an der Basis öffnen, der Zellkern platzen, das Protoplasma entleeren, die gefaltete Membran des Kernes dann dem Ganzen aufsitzen und die ganze mittlere Lage der Zellen sich in hohle Röhrchen verwandeln etc. An den unteren Zellen beobachtete er ganz dieselbe Form, wie an den eben beschriebenen grossen, nur dass sie an Länge bedeutend zurückblieben, andere jedoch sassen mit breiter Basis der Dotterhaut auf. Es sei ihm gelungen, Granulosa-Zellen mit ungemein langen, feinen Fortsätzen zu isolieren, oft von der vier- und sechsfachen Länge des Zellkörpers, welche sich weit in den Dotter verfolgen lassen.

Ludwig sagt, in sehr vielen Fällen sei das Follikelepithel mehrschichtig, ohne jedoch dasselbe weiter zu beschreiben.

Braun hält die Angaben Eimer's für richtig und betont besonders die Drüsennatur der grossen Epithelzellen. Er glaubt nicht, dass die kleinen Zellen, wie Waldeyer sagt, am lebenden Ovarium unregelmässig verteilt seien und bei gehärteten Objekten an die äussere Wand des Follikels wandern.

Hoffmann hat nie Granulosazellen mit Ausläufern isolieren können, sondern fand das Epithel immer scharf von der Dotterhaut abgegrenzt und ebenso kann er die Angabe Eimer's über die Bildung von trompetenförmigen Follikelepithelzellen nicht bestätigen.

Das Epithel ist, wie von sämmtlichen Forschern zugegeben wird, mehrschichtig, wenn auch Gegenbaur bei Lac. agilis nur von einer teilweisen Mehrschichtigkeit spricht. Anfänglich, beim Austritt des Eies aus dem Keimlager und kurz nachher ist jedoch das Ei nur von einer einzigen Zellenreihe umgeben. Die Zellen vermehren sich aber rasch, so dass an anstossenden, etwas älteren Stadien in denselben Ovarien sozusagen schrittweise eine Zunahme der Schichtung nachzuweisen ist. Dabei sind die Zellen nicht in regelmässigen Reihen geordnet, sondern, wie auch Gegenbaur sagt, vielfach ineinandergeschoben. Die Schichtung erreicht aber bald ihren Höhepunkt und zwar bei Eidechsen schon bei Follikeln von ca. 0,5 mm Durchmesser und auch ebenso bei der Natter, wie Eimer richtig angibt. Eine weitere Vermehrung der Schichten findet sodann nicht mehr statt, dagegen vergrössern sich von nun an die Zellen nach allen Richtungen sehr stark, so dass dadurch eine weitere Verbreiterung des Epithelmantels eintritt. Bei Beginn der Dotterbildung gehen sie wieder an Umfang und Zahl rasch zurück, so

dass schliesslich bei völliger Eireife nur noch eine Reihe plattgedrückter, kaum mehr erkennbarer Zellen übrig ist. Ich werde bei Besprechung der Ernährung des Eies noch besonders auf die Funktion derselben zurückkommen.

Beim Studium der Entwicklung des Follikels zeigt sich, dass die durch Grösse und Form verschiedenen Epithelzellen weiter nichts sind, als verschiedene Wachstumszustände. Während die Zellen vor dem Austritt aus dem Keimlager in ganz gleicher Grösse um die zentral gelegene, grosse Eizelle gereiht sind, vergrössern sich gleich nachher einzelne und zwar so bedeutend, dass sowohl Protoplasma, als auch der Kern das 3 bis 4 oder später mehrfache ihres früheren Umfanges annehmen, so dass man nicht glaubt, es nur mit verschiedenen Wachstumszuständen zu thun zu haben. Solche Differenzen bleiben durch das ganze Eiwachstum hindurch bestehen und man kann immer kleine, jedenfalls neugebildete, resp. später rückgebildete Zellen mit spärlichem Protoplasma, rundlichem Kern und dunklem Kernkörperchen in geringerer Menge zwischen den grossen Zellen oder randständig ihrem Entstehungsort zunächst liegend, in Reihen geordnet vorfinden. Die Hauptmasse des Epithels besteht aber aus grossen, regelmässig birnförmigen Zellen mit grossem Kern, welcher allein schon grösser ist, als die vorhinbeschriebenen kleineren Zellen. Ich habe dagegen nie beobachtet, dass dieselben, wie Waldeyer angibt, wie Ziegelsteine dicht zusammengepresst radiär auf der Dotterperipherie stehen. Der Kern enthält wiederum in der Regel ein, seltener zwei, stark lichtbrechende Körperchen und ausserdem zerstreut eine grössere Anzahl dunkler Körnchen. Die grossen, birnförmigen Zellen sind radiär gestellt, die breitere Seite, in der auch der Kern liegt, sieht nach aussen, während die dem Birnenstiel entsprechende stark ausgezogene Spitze meist bis an die Dotterhaut zu verfolgen ist. Die den kleinen Zellen nach innen zunächst liegende Zelllage ist in der Regel die mächtigste, vielleicht weil sie der Nahrungsquelle zunächst liegt. Die von Waldeyer und Eimer beschriebenen zackigen Ausläufer oder die Eimer'schen trompetenförmigen Zellen und die Verwandlung in Röhrchen habe ich nirgends finden können und muss diese Bildungen, ebenso wie die von diesen beiden Forschern beschriebenen Fortsätze der Epithelien in den Dotter, die nach letzterem sogar die sechsfache Länge der Zellen haben könnten, auf Grund meiner Befunde an zahlreichen Präparaten

entschieden als Kunstprodukte betrachten. Die beschriebene, regelmässige Birnenform der Epithelien ist bei Schnitten fast nie im ganzen Umfang des Follikels zugleich zu sehen, so dass ausser dieser Birnform auf der entgegengesetzten Seite regelmässig rundliche Formen sich zeigen, was jedoch darauf beruht, dass nicht überall die radiär stehenden Zellen der Länge nach zugleich getroffen werden können, sondern auf der einen Seite nur angeschnitten sind, und darauf beruht es auch wahrscheinlich, dass die Zellen meist als rund oder rundlich beschrieben wurden.

Ich muss Braun beistimmen, wenn er die Epithelzellen als einzellige Drüsen bezeichnet, dass aber die kleinen, randständigen Zellen beim Gecko in Beziehung zum bindegewebigen Stroma stehen, muss ich nach meiner auf Seite 18 gegebenen Erklärung ihres Ursprunges bei anderen Reptilien für unwahrscheinlich halten. Ueber die Funktion der grossen Zellen werde ich ebenfalls bei der Frage nach der Ernährung des Eies noch zurückkommen.

Bei Coluber tesselatus finden sich die kleinen Zellen randständig, die membrana propria folliculi nach aussen scharf begrenzt in besonders grosser Anzahl als zusammenhängende, die grosse Zellenschichte umschliessende und zwischen diese sich vielfach einsenkende Masse.

Das Corpus luteum.

Bis zur Reifung des Follikels hat sich, wie bereits erwähnt, das bindegewebige Stroma und das Follikelepithel so ausgedehnt, dass ersteres nur noch eine Dicke von wenigen Lagen von Bindegewebszellen besitzt und letzteres nur eine einschichtige Reihe ganz plattgedrückter Zellen bildet. Die den Follikel umspannenden Gefässe sind ebenfalls in die Breite gezogen, so dass dieselben im Querschnitt nicht mehr rund erscheinen, sondern als breite Strassen im Bindegewebe verlaufen. In Folge dieser Verbreiterung sind die Gefässlumina nur durch wenig Gewebe von einander getrennt und es ist auf diese Weise ermöglicht, dass der ganze Follikel vom Blut umspült wird.

Mit einem Schlage ändert sich das Bild — der reife Follikel platzt, es entsteht ein Riss in der freiliegenden, nach der Bauchhöhle schauenden Fläche und das Ei löst sich aus seiner bisherigen Umgebung los. Es versteht sich von selbst, dass durch

diesen gewaltsamen Austritt des Eies auch Gefässe verletzt wurden und es entsteht ein Bluterguss, so dass in jedem vor kurzer Zeit geplatzten Follikel ein Blutkoagulum sich vorfindet.

Nach dem Austritte des Eies zieht sich die vorher über Gebühr gedehnte Follikelwand auf ein kleineres Mass in Folge ihrer Elastizität zusammen. Die einzelnen Bindegewebszellen ziehen sich wieder mehr in die Breite und es bilden sich dadurch auf der Oberfläche vielfach Falten aus. Die Schichten von Bindegewebszellen rücken nun weiter auseinander und bekommen ein mehr lockeres Gefüge, in welchem die Gefässe als starke Röhren verlaufen. Von dem nur mehr einreihig gewesenen Epithel ist nichts zurückgeblieben, denn ich konnte bei zahlreichen, ganz frischen corp. lut. keine Spur davon nachweisen, daher man wohl annehmen muss, dass es bei dem Eiaustritt verloren gegangen ist.

Das bindegewebige Stroma ist anfänglich nur durch das Blutgerinnsel bedeckt. Bald darauf wachsen aber an seinem früher dem Ei zurückgekehrten Rande unter dem Blutgerinnsel überall mehr und mehr junge Bindegewebszellen an. Dieselben besitzen in einem grossen, mit zackigen Ausläufern versehenen Protoplasmaleib einen bläschenförmigen Kern mit dunklem Kernkörperchen. Die Bläschen sehen wie epitheloïde Zellen aus und sind jedenfalls vielfach schon mit den Follikelepithelzellen verwechselt worden.

So sagt Waldeyer, dass die beim reifen Follikel zwischen Dotterhaut und bindegewebiger Follikelwand liegende, einschichtige Lage kleiner, abgeplatteter Zellen (also Follikelepithel) im Calyx zurückbleibe und Leydig gibt an, dass, nachdem die reifen Eier vom Eierstock bereits ausgetreten seien, und im Uterus verweilten, sich die geborstenen Follikel als „gelbe Körper" sehr schön durch ihre Farbe von den grauen, noch unreifen Eiern abheben. Die gelbe Substanz rühre her von einer fettigen Metamorphose, welcher das Epithel des Eierstockes verfalle. Die einzelnen Zellen, meist von cylindrischer oder fadig verlängerter Gestalt zeigten sich dicht erfüllt mit Fettpunkten und -Tropfen.

Gegenbaur nimmt an, dass nach dem Austritte des Eies das Epithel durch fettige Metamorphose als weissliche, rahmähnliche Masse zurückbleibe, die aus Körnchenhaufen bestehe.

Dass die Zellen mit Fetttröpfchen dicht erfüllt sind, wie Leydig sagt, habe ich an keinem einzigen Präparate gefunden. Sehr schön ist am corp. lut. zwischen den genannten epitheloïden Zellen das Auftreten von neugebildeten Blutgefässen in allen Stadien zu beobachten, so dass an Schnitten regelmässig eine grössere Anzahl solcher sich angeschnitten zeigt. Das junge

Bindegewebe formt sich nach und nach in älteres um, bei welchem dėr Zellleib den mehr faserigen Bau zeigt und die Kerne spärlicher geworden sind und eine weit geringere Grösse angenommen haben, mit kurzen Worten gesagt, das corpus luteum vernarbt ganz auf dieselbe Weise, wie wir es bei der Heilung von Wunden regelmässig beobachten. Neben gelben Körpern und jungen Eiern finden sich in vielen Ovarien kranke oder vielmehr schon in Rückbildung begriffene Eier, welche durch irgend eine, vielleicht mechanische Ursache bei der Reifung der bereits geplatzten Follikel ihre Lebensfähigkeit verloren und von dem Momente an als totes Material der Resorption anheimfielen. Man findet in ihnen sehr wechselnden Inhalt, die geformten Dotterbestandteile fliessen teilweise zusammen und werden nach und nach resorbiert, vom Rand aus dringen Lymphkörperchen mehr oder weniger weit in's Innere vor, vom bindegewebigen Stroma aus bildet sich junges Bindegewebe, welches schliesslich den ganzen Follikel erfüllt. Gleichzeitig treten in ihrem Innern, stets von den Gefässen des Follikels ausgehend, neugebildete Blutgefässe auf und es bildet sich endlich Narbengewebe. Auch von diesen wird, wie vom ächten corpus luteum zur Zeit der nächsten Eireife kaum noch etwas übrig geblieben sein.

B. Das Ei.

Ursprünglich ist das Ei eine Zelle des Keimepithels, die rascher als ihre Umgebung Nährstoffe aufnimmt und sich vergrössert. Die zellige Natur behält sie auch bis zur Befruchtung immer bei, wie Gegenbaur für die meroblastischen Eier, im Gegensatz zu älteren Forschern zuerst klar nachgewiesen hat. Auch nur dadurch, dass wir uns das Ei als Zelle und damit als selbstständig wachsend denken, dem eine gewisse Lebensenergie innewohnt, können wir uns die Verhältnisse seines Wachstums und überhaupt seiner Lebensfähigkeit erklären und die Vorgänge in ihm richtig deuten. Demgemäss sind auch die Eibestandteile wie einfache Zellbestandteile zu betrachten, ohne dass auf die Grössenverhältnisse Rücksicht zu nehmen ist und von diesem Gesichtspunkte aus werde ich auch nachstehend die Form und das Wachstum der einzelnen Eibestandteile besprechen.

Die Dotterhaut.

Eimer gibt eine allgemeine Zusammenstellung dessen, was von verschiedenen Autoren unter dem Ausdrucke „Dotterhaut" verstanden wird und es zeigt dies so recht, wie verschieden über so relativ einfache Bildungen die Meinungen sein können. Er sagt, das Ei werde gleichzeitig von zwei feinen Membranen umhüllt, zwischen welchen sich die Zona ablagere. Die Dotterhaut der Ringelnatter sei ein zartes Häutchen, welches aus dem peripherischen Teile des Protoplasmas der Rindenschicht entstehe. Das Auftreten der eigentlichen Dotterhaut falle bei der Ringelnatter nicht zusammen mit einer bestimmten Grössenentwicklung des Eies. Auf die äussere Fläche dieses Häutchens lagere sich, gleichfalls durch Abscheidung von Seiten der Rindenschicht, Material ab, welches die Zona pellucida bilde. Jenseits der Zona liege wiederum eine zarte Haut, welche schon vor dem Entstehen jener vorhanden sei und welche dem Follikelepithel ihren Ursprung verdanke — er nennt diese Chorion. Das Chorion beschreibt er als ein Häutchen, welches während der ersten Zeit seiner Ausbildung überall da von Lücken durchbrochen sei, wo zwei der über ihm liegenden Granulosazellen mit der Basis aneinandergrenzen, wie leicht verständlich sei, wenn man bedenke, dass dasselbe als ein Abscheidungsprodukt dieser Zellen betrachtet werden müsse. Die Dotterhaut, welche bei ihrem Auftreten stets zarter sei als das Chorion, übertreffe dasselbe bald an Dicke. Zona pellucida und Dotterhaut erscheinen später als ein Ganzes und auch das Chorion scheine sich bei den meisten Reptilien bald innig mit der Zona zu verbinden, so dass es zuletzt mit derselben eins werde. Am besten sehe man dies an Follikeln von $1^1/_2$—3 mm.

Gegenbaur sagt, es sei in den frühesten Zuständen bei Vögeln, Reptilien und Selachiern keine Spur einer Membran um den Dotter wahrzunehmen, höchstens sei dieser durch einen, wie es scheine, Flüssigkeit führenden, niemals jedoch beträchtlichen Zwischenraum von der Epithelschichte des Follikels getrennt. Er lässt die Dotterhaut allmählich aus der von allen Autoren beobachteten hellen Randschicht des Dotters hervorgehen und betrachtet die Randschichte als jugendliches Stadium der Dotterhaut. Die Differenzierung der Dotterhaut aus der Randschicht sei schon bei Eiern von 0,4 ‴ deutlich, doch sei da die Grenze gegen den körnigen Dotter hin noch nicht bestimmt und es bestehe nur eine als zarter Randsaum auf dem Querschnittsbilde erscheinende Schichte von homogener Beschaffenheit.

Nach Waldeyer zeigt sich an etwas grösseren Follikeln die innerste Schicht des Protoplasmas der Epithelzellen mehr homogen, von stärkerem Glanze, wie eine membranartige Lage, die es von dem Dotter abgrenze. Man könne beim ersten Auftreten dieser membranartigen Lage konstatieren, dass sie nicht überall von gleicher Dicke sei, auf kurze Strecken, namentlich zwischen je zwei einzelnen Zellen scheine sie mitunter ganz zu fehlen. Bei weiter vorgerückten Bildungen sei indessen eine kontinuierlich geschlossene Membran vorhanden, welche das Follikelepithel vom Dotter vollständig zu trennen scheine. Die Trennung sei aber wegen des Baues der Membran nur eine scheinbare. Sowie nämlich die fragliche Dotterhaut eine nur irgendwie messbare Dicke erreicht habe, zeige sie ganz den streifigen Bau der bei den

Vögeln beschriebenen Zona radiata und zwar noch um vieles deutlicher. Bei Follikeln von 8—10 mm Durchmesser sei es nun ausserordentlich leicht zu konstatieren, dass die Zona radiata aus lauter kleinen, parallel gestellten Stäbchen bestehe, genau wie der Cuticular-Saum der Darmepithelien. Die Stäbchen, in welche die Zona radiata von Lacerta ungemein leicht zerfalle, lassen überall seine Kanälchen oder Lücken zwischen sich, was namentlich bei der Ansicht von der Fläche deutlich zu sehen sei. Fast stets bleibe die Zona radiata auf der Dotteroberfläche haften, man bekomme indessen auch Präparate, wo sie der Unterfläche der Epithelien anhänge. Gegen seine Auffassung scheine der feste Zusammenhalt der membrana radiata mit dem Dotter zu sprechen, er sucht dies aus der grossen Zähigkeit und Klebrigkeit des letzteren zu erklären. Bei noch älteren Follikeln werde die Zona radiata allmählich immer schmähler und reduziere sich zuletzt auf eine dünne, anscheinend ganz homogene Lage, welche man in ihren ersten Anfängen schon in einer Schicht näher dem Epithel erkenne, während eine mehr dem Dotter zugekehrte Lage noch fein quergestreift erscheine.

Nach Leydig ist eine Dotterhaut im Sinne einer Membran, welche von dem Protoplasma des Eies selbst, durch Erhärtung der Rinde entsteht, nicht erkennbar. Vielmehr sei hier die erste im Eierstock sich bildende Hülle der Zona pellucida an die Seite zu stellen, sie habe die Beschaffenheit einer weichen Haut, werde vom Epithel des Follikels abgeschieden und erscheine bei einiger Dicke von feinen Streifen radiär durchsetzt.

Ludwig sagt, die vom Follikel umschlossene Eizelle sei ursprünglich nackt und bleibe noch längere Zeit ohne Umkleidung durch eine Membran. Bei allen Reptilien sei aber das ausgebildete, noch vom Follikel eingeschlossene Ei von einer radiär gestreiften Membran umgeben.

Nach Sarasin liegt bei Eiern von $4^1/_2$—5 mm Durchmesser direkt unterhalb einer scharf kontourierten Membran — wahrscheinlich der Basalmembran des Epithels — eine schmale, äusserst fein granulierte Schicht mit schön ausgeprägter, radiärer Streifung, welche nicht im ganzen Eiumfang zu sehen, sondern stellenweise durch Körnchen verdeckt sei. Aus Stäbchen, wie Waldeyer sagt, scheint ihm die Zona radiata nicht zu bestehen, sondern er glaubt, dass die Streifchen kleine geronnene Strömchen in das Ei eindringender Nährflüssigkeit seien, konnte sie jedoch nicht durch die Membran hindurch verfolgen. An abgehobenen Stellen konnte er keinen Zusammenhang der Stäbchen mit den Epithelien nachweisen.

Auch Hoffmann beschreibt eine Zona radiata als Dotterhaut, konnte aber an den Eiern der Saurier keine weiteren Eihüllen unterscheiden.

Wie vorhin erwähnt, ist die Eizelle aus einer Epithelzelle hervorgegangen und diese war schon von einer Zellhaut umkleidet, also muss auch an der Eizelle schon von der frühesten Zeit ihres Bestehens an eine Zellhaut, die Dotterhaut, nachweisbar sein. So ist es auch, jedoch mit einer kleinen Einschränkung. Es ist mir nämlich häufig begegnet, die Dotterhaut nicht in ihrem ganzen Umfange oder bei, nur durch die Randschichten des Eies gehenden

Schichten gar nicht zu sehen, trotzdem ich von ihrem Vorhandensein überzeugt war. Worauf dies beruht, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben, wahrscheinlich auf Lichtbrechungsdifferenzen. Aus diesem Grunde haben auch vielleicht Gegenbaur und Ludwig für die frühesten Zustände keine Membran angenommen. Aus Gegenbaur's Angabe, der Dotter sei durch einen, wie es scheine, Flüssigkeit führenden, niemals jedoch beträchtlichen Zwischenraum von der Epithelschichte des Follikels getrennt, lässt sich schliessen, dass er die helle, durchscheinende Dotterhaut als Flüssigkeit führenden Zwischenraum gedeutet habe. Am weitesten geht Eimer, welcher drei verschiedene Häute unterscheidet, die sich aber später miteinander verschmelzen sollen. Die Dotterhaut, welche ich vorfinde, kann unmöglich in drei Teile zerlegt werden, denn sie ist zu homogen und zu dünn und ich kann mir daher nur denken, dass er es mit zufälligen Auflagerungen auf diese zu thun hatte. Fast dasselbe gilt auch für Waldeyer, welcher sich offenbar in seiner ganzen Auffassung viel zu sehr von den Befunden bei den Vögeln beeinflussen liess. Auch von einem streifigen Bau oder einem ungemein leichten Zerfallen der Zona radiata bei Lacerta in Stäbchen habe ich nichts entdecken können, dagegen fand ich die helle Randschichte des Dotters sehr häufig gestreift, wie wenn Strömchen eindringender Nährsubstanz geronnen wären. Dies mag auch die Untersuchenden zu der Meinung veranlasst haben, dass eine gestreifte Membran vorhanden sei. Thatsächlich lässt sich an der Dotterhaut keine radiäre Streifung nachweisen, sondern sie erscheint vollkommen homogen. Es ist eigentlich selbstverständlich, dass sich die Dotterhaut, welche nichts anderes ist, als eine mit der Eizelle sich vergrössernde Zellhaut, aus dem Zellprotoplasma bildet. Es scheint, als ob auch sie von dem Zeitpunkte an, wo das Follikelepithel und das bindegewebige Stroma durch Ausdehnung des Eies verschmälert werden, ebenfalls eine Verschmälerung erfahre, da sie von dort an an Dicke wieder abnimmt und schliesslich beim reifen Ei nur noch eine geringere Dicke besitzt, wie zu jener Zeit.

Der Dotter.

Die Struktur des Dotters ist in den verschiedenen Wachstumsphasen des Eies sehr verschieden. Daher sind auch, wie die nachstehenden Auszüge beweisen, die Auffassungen über die

Beschaffenheit und die Bildung dieses wichtigen Eibestandteils sehr widersprechend, insbesondere werden mitunter Strukturverhältnisse besprochen, die unmöglich im lebenden Ovarium vorkommen können. Darf man überhaupt bei einem, wenn auch dickflüssigen Gemenge von gelösten und anderen in dieser Lösung wieder unlöslichen, also blos suspendierten, eiweis- und fettartigen Körpern ernstlich wie von einer bestimmt feststehenden Gewebestruktur reden? An gehärteten Präparaten ist allerdings eine solche zu finden, aber da sie in den meisten Fällen eine verschiedene ist, so darf man schliessen, dass sie künstlich durch Einwirkung von Reagentien hervorgerufen wurde und dass nur so die so sehr different beschriebenen und bezeichneten Durchschnittsbilder entstanden sind. Daraus erklärt sich dann auch die Angabe Sarasins, kein reifes Eidechsenei gleiche genau dem andern.

Gegenbaur macht über die Entwicklung des Dotters folgende Angaben: Die anfänglich völlig homogene Substanz zeige sehr bald Trübungen, indem die Ablagerung feiner Molekel eintrete. Mit dem Auftreten von zahlreicheren, stark lichtbrechenden Molekeln — den Dotterkörnchen — grenze sich eine äusserste Lage der Dottersubstanz durch geringeren Molekelgehalt von den inneren Teilen ab. Die feinsten im primitiven Dotter sich niederschlagenden Molekel wachsen in grössere Körnchen aus und diese werden unter Zunahme ihres Volums und Abnahme ihres Refraktionsvermögens zu bläschenähnlichen Gebilden. Diese fänden sich dann um so häufiger, je mehr erstere schwinden. Die Bläschen erscheinen anfänglich homogenen Inhalts, wasserklar. Aber bei nur um weniges grösseren Eiern treffe man auf Bläschen, deren Inhalt Molekel oder grössere Körnchen einschliesse. Diese zuerst als feinste Molekel auftretenden Körnchen könnten nur als Neubildung aufgefasst werden, die innerhalb der Bläschen sich vollziehe. Von dem einfachen Molekel an lasse sich durch die Bläschen ohne Inhalt, Bläschen mit Inhalt, bis zu den feine Körnchen in dichtgedrängter Menge enthaltenden Elementen des gelben Dotters eine kontinuierliche Formenreihe erkennen. Bei der Eidechse sei dies ebenso, wie bei der Natter zu beobachten. Der Dotter enthalte niemals Zellen; die sogenannten Dotterzellen seien nur Umbildungsprodukte der schon sehr frühe vorhandenen Molekel und Körnchen.

Bezüglich des Ortes, an dem zuerst die Umwandlung erfolgt, gelangt er zu dem Resultate, dass es anfänglich eine der Peripherie zunächst gelegene Schichte ist, in der jener Vorgang beginne. Von da greife er immer tiefer gegen die das Keimbläschen umgebende Dottermasse. Dabei vergrössere sich der gesammte Dotter und um das Keimbläschen herum finde eine fortlaufende Neubildung der jüngeren Formen statt, die da, wo sie an die schon gebildete Dotterschicht grenzen, immer wieder in den Umwandlungsprozess eingehen. Aus diesem Vorgange erkläre sich zugleich der Bau des reifen Dotters.

Waldeyer erklärt, der Echsendotter sei viel konsistenter wie der Vogeldotter. Den Dotterkugeln scheinen die Inhaltskörper fast vollständig zu fehlen, nur bei äusserst wenigen habe er dergleichen entdecken können. Ausserdem könne man hier viel klarer noch als beim Vogel das allmähliche Heranwachsen der kleinen Dottermolekel zu den grossen Dotterkugeln verfolgen. Von der inneren Fläche der Dottermembran an, wo die kleinsten Molekel liegen, bis zu den inneren Dotterschichten zeigten sich die Uebergänge in kontinuierlicher Reihenfolge, so dass es unmöglich erscheine, die Entstehung der Dotterkugeln anders zu erklären, als es von Gegenbaur geschehen sei.

Auch Eimer schliesst sich bezüglich der Entwicklung des Dotters Gegenbaur völlig an, beschreibt aber, wie ich später darthun werde, noch eine zweite Art von Dotterbildung und verschiedene andere von Gegenbaur's Darstellung abweichende Gestaltungen. Als Beweis dafür, dass sich die geformten Dotterelemente auf Kosten des Eiprotoplasmas vergrössern, führt er an, dass man bei gehärteten Präparaten um die grösseren Körnchen und Bläschen eine Lücke finde. In Follikeln der Ringelnatter, welche 2½—3 mm im grössten Dickendurchmesser halten, seien schon ziemlich ausgebildete Dotterelemente vorhanden, sie lägen einzeln oder zu mehreren in den Maschen eines ungemein deutlichen Fadennetzes, dessen Elemente in den kleineren Eiern ein körniges Aussehen zeigten, während sie in den grösseren körnchenfreie Fäden darstellten. Die Dotterelemente lösten sich leicht aus dem dann zurückbleibenden Maschennetz, dem Rest des Eiprotoplasmas, welches bei ausgewachsenen Eiern nicht mehr zu erkennen sei. Das Maschennetz trete zentral zuerst auf und schreite nach aussen fort bis auf die von Gegenbaur beschriebene Randschicht, welche vor His beim Vogel Zonoïdschicht, von ihm jedoch Rindenschicht genannt werde. Nachdem die Maschen bis zu dieser auf 0,02 mm Breite verschmälerten Schicht vorgedrungen, bestehe das Eiinnere noch längere Zeit aus dem feinkörnigen Protoplasma. Von der Dotterhaut sei und bleibe die Rindenschicht scharf abgegrenzt, später werde auch sie überall gleichzeitig in Dotter umgewandelt, aber nicht unter Bildung eines Maschennetzes. Nun beschreibt Eimer bei der Ringelnatter ein Gebilde, das er als innere Rinde bezeichnet, und das entweder aus einem dichten oder mehreren lockeren konzentrischen Ringen bestehe.

Ich finde dasselbe jedoch von keinem der Autoren beschrieben, und bin selbst nicht im Stande, es nachzuweisen.

Ausser der vorhin geschilderten Art der Dotterbildung spricht er noch von einer zweiten, welche er bei Lacerta viridis beobachtet haben will. Dabei soll im Zentrum des Eies sich eine homogene Masse ansammeln, welche später sich zerklüfte und ihre unregelmässig geformten Bruchstücke, die von ihm sogenannten Dotterkrumen, über den ganzen Eiinhalt, sogar bis über die Granulosa ausstreue. Ferner soll bei Lacerta viridis und Schildkröte eine etwas einwärts von der Dotterhaut sich zeigende fetthaltige Schicht sich vorfinden, aus grösseren und kleineren, krümeligen Bestandteilen zusammengesetzt, wie sie auch in den Follikelepithelien gefunden werden. Er glaubt jedoch nicht, dass die krümeligen Bestandteile aus den Epithelzellen eingewandert seien, weil diese schon im Ei beständen, während in den Epithelien noch keine Spur davon

vorhanden sei. Beim Ringelnatterei sei die Rindenschicht breiter als bei der Eidechse und die Streifen lassen sich durch Dotterhaut und Zona hindurch verfolgen als die Fortsätze der Follikelepithelien. Auch bei Coronella und Platydactylus sei ein Maschennetz mit scharfer Abgrenzung gegen die Rindenschicht vorhanden.

Auch Ludwig stimmt mit Gegenbaur bezüglich des Baues des Dotters überein. Nach ihm werden aber zuerst kleine, dunkle Körnchen sichtbar, welche von dem zentralen Teile des Eies aus fortschreitendsich über den ganzen Inhalt desselben verbreiten und nur eine helle Randschicht frei lassen. Die kleinen Körnchen wandeln sich in Bläschen um, in welchen selbst wieder besondere Inhaltskörper in Form von Körnchen und Bläschen oder auch Plättchen (bei den Schildkröten) entständen. Er läugnet ebenso wie Gegenbaur das Vorhandensein des von Eimer und Clark beschriebenen Binnenepithels, indem er glaubt, dass eine Verwechslung mit Follikelepithelzellen, von der Innenfläche der Dotterhaut aus gesehen, oder einer Embryonalbildung vorliege.

Sarasin findet keine völlige Regelmässigkeit im Bau und Wachstum des reifenden Dotters. Auch er beschreibt bei allen Eiern die von Gegenbaur bekannte Rindenschicht. Im Innern der Eier von 1—1½ mm Durchmesser (kleinere erwähnt er nicht) finden sich feine Körnchen, welche in einem Plasmanetzwerk eingelagert seien, das namentlich in der Mitte des Eies deutliche Maschen zeige. Bei Eiern von 2,5—3 mm bestehe schon ein Ring von Dotterkörnern innerhalb der breiten Rindenschicht, welcher das plasmatische Netzwerk einschliesse. Dieses wandle sich immer mehr in Dotter um, bis nur noch beim ausgewachsenen Ei Spuren davon nachzuweisen seien. Der Dotter zeige meist eine ausgesprochene Schichtung. Zahl und Verlauf der Schichten schwanken jedoch bedeutend und manchmal sei die Schichtung auch nur in der Peripherie vorhanden. In der Nähe des Keimbläschens nähmen die Schichten an Mächtigkeit ab. Die Schichtung deute auf periodisches Wachstum des Dotters als Folge von Ernährungsverhältnissen, Temperaturschwankungen etc. Er glaubt, dass das Ei auf zwei Arten wachse, einmal und zwar hauptsächlich durch Entstehen von Körnchen in dem beschriebenen inneren Plasmanetz und ausgehend von einer unregelmässig gestalteten Masse feiner Dottermolekel welche er „Dotterheerd“ nennt. Die Dotterkörnchen entständen im Ei selbst durch Wachstum aus den feinen, im Plasma liegenden Molekeln. Dies schliesst er aus einem unterhalb des Keimbläschens zentralwärts in das Protoplasmanetz vorspringenden, aus feinen Dotterkörnchen bestehenden Fortsatze von solchen Molekeln. Dass die Dotterkörnchen in dem Plasmanetze entstehen, schliesst er daraus, dass zahlreiche Übergangsformen die grösseren peripherischen Dotterelemente mit den feinen Körnchen des Plasmanetzes verbinden und ferner daraus, dass die Dotterschichten die Form des Netzes genau nachahmen. Er findet auch in dem peripherischen, den Dotter umgebenden Protoplasma kleine Dotterkörner und schliesst daraus, dass zweitens auch in der Eirinde Dotterelemente geliefert werden und zwar auf die gleiche Weise durch Bildung aus Körnchen wie im Zentrum und nicht durch Einwanderung aus dem Epithel. Er nimmt an, dass das Ei seine Nahrungssubstanz aus dem Blute bezieht und in seinem Innern und zwar wahrscheinlich hauptsächlich in dem

„Dotterheerd“ die Verwendung der nährenden Flüssigkeit zur Dotterbildung stattfinde, lässt es jedoch zweifelhaft, ob die Flüssigkeit durch das Follikelepithel eine chemische Änderung erfahren habe oder nicht.

Den sogenannten Dotterheerd bespricht er in eingehender Weise und ausserdem noch ein weiteres Gebilde, das er bei verschiedenen Eiern gesehen hat und als „Kern“ bezeichnet. Dieser soll aus einer Ansammlung feiner Körner inmitten eines Gewebes von Plasmafäden bestehen und nach Form und Vorkommen sehr unbeständig sein.

Ich habe derartige Dinge nicht gesehen und glaube daher, dass dieselben durch Einwirkung von Reagentien hervorgerufen waren, beschreibe sie deshalb auch nicht weiter.

Er kommt zu dem Schlusse, aus der Verschiedenheit der Bildungen, die er im Dotter beschrieben habe, werde einleuchten, dass es ein grosser Fehler gewesen, den Dotter, wie es öfter geschehen, blos für einen leblosen Nahrungsklumpen, einen toten Anhang des Keimes zu erklären. Die Lebensfähigkeit sei natürlich nur Eigenschaft des Plasmas und nicht etwa der eingelagerten Körner, dasselbe habe sich aber nicht vollständig aus dem groben Dotter an den Keimpol und in die Rindenschicht zurückgezogen, sondern bilde auch im Innern noch ein Maschennetz. Das Protoplasma der Eirinde sei namentlich in jungen Eiern deutlich, im reifen Ovarialei sei es schon zu recht dünner Lage ausgebreitet, die in jungen Eileitereiern jedoch kaum mehr sichtbar sei. In Eiern, die in der Embryonalentwicklung weiter vorgeschritten seien, sei in den peripherischen Teilen des ganzen Eies Protoplasma deutlich anzutreffen. Von Einwanderung von Zellen ins Ei (His beim Vogel) oder Binnenepithel (Eimer, Clark) habe er nichts entdecken können.

Hoffmann glaubt, dass die Dotterkugeln im Ei selbst enstehen könnten und nicht von aussen her zugeführt würden. Er stützt seine Meinung hauptsächlich auf Analogie mit vielen Knochenfischen, bei denen umgekehrt aus Dotterkugeln wieder homogener Dotter entstehe.

Ich selbst gehe bei der Deutung meiner Präparate wieder von dem Grundsatze aus, dass das Ei nichts anderes, als eine stark vergrösserte Zelle ist und schliesse mich der Ansicht Gegenbaur's über den Bau und die Entwicklung des Dotters vollkommen an.

Das Protoplasma der Eizelle durchläuft bis zur völligen Reife des Eies verschiedene Wachstumsphasen. Anfänglich — bis zu einer Grösse von circa 2 mm — ist dasselbe homogen. Von dieser Zeit an treten in ihm aber geformte Bestandteile auf. Zuerst wird in der Peripherie ein Ring von Dotterkörnchen sichtbar, welcher von der Dotterhaut nur durch eine, von allen Forschern beobachtete, helle Randschichte getrennt ist. Die Dotterkörnchen vergrössern sich und gehen in Bläschen über und in diesen treten schliesslich wiederum kleine Körnchen oder Bläschen in wandelbarer Zahl und Anordnung auf. Damit sind auch alle Forscher

einverstanden, dass die Dotterkugeln aus Dotterkörnchen oder, wie Gegenbaur sich ausdrückt, „Dottermolekeln" sich bilden. Aber über den Ort, wo dieser Vorgang beginnt, sind die Angaben verschieden. Am meisten stimmt Waldeyer mit Gegenbaur überein. Ludwig lässt die Entstehung der geformten Dotterelemente zentral beginnen. Man muss aber nach meinen Beobachtungen und in Übereinstimmung mit Gegenbaur den Beginn der Dotterbildung an der peripherischen Schichte der Eizelle suchen. Die Weiterentwicklung der geformten Dotterbestandteile geht in der Weise vor sich, dass sich nach innen und aussen an den zuerst gebildeten Ring oder vielmehr Kugelmantel von Dotterkörnchen immer wieder neue anlagern, wie auch Gegenbaur, Eimer und Sarasin annehmen, während die zuerst gebildeten sich allmählich vergrössern und zu Bläschen werden, in denen wiederum geformte Bildungen in Gestalt von Körnchen oder kleinsten Bläschen auftreten, ganz wie Gegenbaur es ausführlich beschrieben.

Die Dotterkörnchen könnten sich während des ganzen Eiwachstums freilich auch nur an der Peripherie bilden und dann zentralwärts rücken, aber gegen diese Deutung spricht der Umstand, dass nach innen und aussen von dem Dotterring sich regelmässig Übergänge von älteren zu den jüngsten Stadien zeigen und nicht nach innen zu immer ältere zu finden sind.

Gegen die Eireife hin ist nur noch ein gegen das Keimbläschen zu gelegener Teil mit Anfangsstadien erfüllt, während sonst das ganze Ei bis auf die helle Randschichte schon aus grösseren Bläschen besteht

Waldeyer giebt an, dass er nur bei äusserst wenig Dotterkugeln Inhaltskörper entdecken konnte, obgleich dieselben bei fortgeschrittener Dotterbildung niemals fehlen.

Die Nährsubstanzen werden vom Ei durch die Dotterhaut aufgenommen; woher diese Nahrung kommt, ist dabei vorerst ganz gleichgültig. Die von allen Forschern übereinstimmend beschriebene helle Randschichte besteht aus solchem neu aufgenommenen Nährmaterial, da sie nur so lange existiert, als überhaupt das Ei wächst, d. h. neues Material aufnimmt. Ich habe, hauptsächlich bei mit Haematoxylin gefärbten Eiern von Lacerta muralis, gefunden, dass die helle Randschicht bei beginnender Dotterbildung aus einer Unzahl kleinster Tröpfchen besteht. Bei Präparaten, welche mit Boraxkarmin gefärbt sind, ist

dies nicht so deutlich. Daraus muss ich entnehmen, dass die Substanz des geformten Dotters gelöst an der Peripherie eindringe und dann sich in bestimmte Formen umwandle. Man kann daher dem Eiprotoplasma nicht etwa die Fähigkeit absprechen, zu assimilieren, Eiweissstoffe in Fett zu verwandeln etc., sondern man muss annehmen, dass erst durch selbstständiges Eingreifen des Protoplasmas die Verwandlung in geformte Elemente zu Stande kommt.

Auch Sarasin möchte den Dotter nicht als leblosen Nahrungsklumpen oder toten Anhang des Keimes erklärt wissen. Darin wird wohl jedermann mit ihm völlig übereinstimmen, ebenso wie auch darin, dass die Lebensthätigkeit der Eizelle im Plasma und nicht in den geformten Bestandteilen zu suchen ist, denn diese spielen nur die Rolle von aufgespeicherten Reservestoffen, sind also nicht aktiv gewebebildend.

Für die Entscheidung der Frage, ob der Dotter vom Ei selbstständig gebildet wird, muss man auch die Ausbildung des Follikelepithels betrachten. So lange der Dotter homogen ist, findet man das Follikelepithel um denselben mehrschichtig und die einzelnen Zellen sehr gross. Sobald aber die geformten Dotterbestandteile als peripherischer Ring von feinsten Dotterpünktchen sichtbar sind, ist das Epithel bis auf zwei Reihen plattgedrückter Zellen zurückgegangen, von denen die eine ebenfalls bald verschwindet und die Zellen der übrigbleibenden noch mehr plattgedrückt erscheinen und spärlicher werden. Dieser regelmässige Befund lässt mit Sicherheit annehmen, dass das Follikelepithel am Wachstum des Eidotters und zwar nur an der Bildung von nicht geformten Dotterbestandteilen teilnimmt, während es zur Bildung der geformten Dotterbestandteile nicht in näherer Beziehung zu stehen scheint. Es ist daher wahrscheinlich, dass das Follikelepithel, wie alle Drüsenepithelien, nur ein ganz spezifisches Sekret liefern könne und dass die Bildung der geformten Dotterbestandteile dadurch vor sich gehe, dass nach Rückbildung des Follikelepithels zu den von diesem gelieferten Nährstoffen nunmehr ohne dessen aktive Vermittelung vom Blute aus andere treten, welche die Bedingungen zur Bildung des geformten Dotters zu Stande bringen.

Ich bespreche nun Darstellungen anderer über Dotterbildung, die nicht den wirklichen Vorgängen zu entsprechen scheinen. Zuerst ist Eimer zu erwähnen. Er führt als Beweis,

dass sich die Dotterelemente auf Kosten des Eiprotoplasmas vergrössern, an, dass man bei gehärteten Präparaten um die grösseren Körnchen und Bläschen eine Lücke finde. Ich kann diese auch von mir öfter beobachtete Erscheinung jedoch nur auf Schrumpfung durch die Entwässerung zurückführen.

Eimer und Sarasin beschreiben im wachsenden Ei ein Netz- oder Maschenwerk, von dem die Dotterbildung ausgehen soll. Auch ich habe dieses regelmässig gesehen, glaube aber, dass es durch Gerinnung der im lebenden Zustande flüssigen, protoplasmatischen Dottersubstanz entsteht. Je nach dem Alter des Eies ist dasselbe von wechselnder Grösse und Struktur. An ganz jungen Eiern ist es nicht sichtbar, vor Auftreten der Dotterkörnchen hat es sich aber, fast immer von der Eimitte ausgehend, schon bis zur hellen Randschichte ausgebreitet. Es kann bald kleinmaschig, bald mehr grossmaschig erscheinen, in den verschiedensten Abstufungen. An seine Stelle treten nach und nach die geformten Dotterbestandteile. Ich lege der verschiedenen Struktur des Dottergerüstes keinen grossen Wert bei und glaube nicht, dass wir daraus sichere Schlüsse auf die Dotterbildung machen können. Man kann daraus nur schliessen, dass dieselben Reagentien auf Eier verschiedener Wachstumsperioden eine ganz verschiedene Wirkung haben, dass im lebenden Ei Zonen von verschiedener chemischer Zusammensetzung existieren und dass das Eiprotoplasma gegen den Beginn der Dotterbildung an Dichtigkeit abnimmt.

Über die von Eimer beschriebene Entstehung einer sog. inneren Rinde, die Dotterbildung durch sog. Dotterkrumen und die etwas einwärts von der Dotterhaut bei Lac viridis auftretende fetthaltige Schicht kann ich mich nach dem eingangs Gesagten kurz fassen. Da ich weder bei einem der anderen Forscher etwas darüber erwähnt finde, noch an meinen zahlreichen Präparaten selbst derartiges nachweisen kann, muss ich zu dem Schlusse kommen, dass sie als Kunstprodukte zu betrachten sind, ebenso auch die von Sarasin an verschiedenen Eiern beschriebene „ausgesprochene Schichtung“ und die sämmtlichen von ihm als „Kern“ bezeichneten Bildungen. Auch Gegenbaur hat im Ei des Wendehalses eine solche beschrieben und bei den verschiedensten Tieren, am häufigsten bei Spinnen, wurden dieselben schon in den Eiern konstatiert. Ich halte sie nur für Verdichtungen oder Ausscheidungen von Nährsubstanzen aus dem Dotter, welchen

keine besondere Funktion zugeschrieben werden kann. Schütz hat in seiner Dissertation (über den Dotterkern, Bonn 1882) eine Zusammenstellung der Tiere gegeben, bei denen schon solche Gebilde beobachtet wurden Er versuchte, demselben eine Bedeutung beizulegen und kommt zu folgendem Resultate: „Wenn ich nun auch diesen Körper nicht für eine ganz unwesentliche Verdichtung des Dotters halten möchte, so bestimmen mich doch anderseits das Vorkommen und Fehlen desselben in naheverwandten Tierspezies, seine schwankende Anzahl, sein ganz undefinierbares Wesen, sowie der Umstand, dass Forscher wie Leuckart, v Leydig, Ludwig, Bertkau u. a. den entwicklungsgeschichtlichen Zweck dieses leicht zugänglichen Objektes nach ihrer ausdrücklichen Erklärung nicht haben ermitteln können (!), die Bedeutung des Dotterkernes nicht allzu hoch anzuschlagen, an eine Beteiligung desselben aber bei der Bildung des Embryos gar nicht zu denken".

Dass im Innern des Eies unter der Dotterhaut sich eine Lage plattgedrückter Epithelzellen finde, wie Eimer und Clark beobachtet haben wollen, wurde bereits von allen anderen angeführten Autoren widersprochen; auch ich habe nichts derartiges konstatieren können. Ebensowenig habe ich Fortsätze der Follikelepithelzellen im Dotter nachweisen können, wie Eimer und Waldeyer zu sehen glaubten. Eine Unterscheidung von weissem und gelbem Dotter, wie bei den Vögeln, ist bei den Reptilien nicht durchführbar

Das Keimbläschen.

Das Keimbläschen ist der Kern der Eizelle und hat als solcher jedenfalls auch für dieselbe die gleiche Bedeutung, wie der gewöhnliche Zellkern. Konstant wurde von den Autoren stets nur das Plasma des Bläschens und dessen Wand gefunden, während das variable Chromatingerüste von allen Untersuchern verschieden angetroffen wurde. Ich unterlasse es, mich auf die Beschreibung und Deutung dieser verschiedenen Befunde näher einzulassen, da seit der Veröffentlichung der von mir angeführten Arbeiten unsere Kenntnisse über den Zellkern sich hauptsächlich in der letzten Zeit so erweitert haben, dass derselbe von ganz anderen Gesichtspunkten betrachtet werden muss und von einem Festhalten an den damals gemachten Angaben nicht mehr die Rede sein kann. Ich selbst habe darüber keine eingehenderen

Untersuchungen anstellen können, weil es ungemein schwer ist, ganze Eier von fortgeschrittener Entwicklung zu konservieren und in lückenlose Serien zu zerlegen. Nur diese können über Lageverhältnisse etc. genauen Aufschluss geben.

Die Ernährung des Eies.

Bei der Frage nach der Art und Weise, wie das Ei ernährt wird, kommt es darauf an, ob das Ei selbst dabei die Rolle einer mit grosser Wachstumsenergie ausgezeichneten Zelle spielt oder aber, ob umgekehrt die Grösse der Zelle nur von einer reichlichen Nahrungszufuhr von aussen herrühre, die Zelle also eine mehr passive Rolle bei der Ernährung spiele. Es handelt sich dabei nicht um die beim Dotter schon berührte Frage: Wie bildet sich das Ei, sondern darum: Woher bezieht es seine Nahrung und welche Hilfsmittel stehen ihm dabei zur Verfügung?

Waldeyer sagt darüber: Wir wissen bis jetzt noch gar nicht, wie eine Zelle es überhaupt anfängt, sich in gleicher Form und Grösse zu erhalten, während sie stets Stoff zu Sekreten etc., hier z. B. zur Dotterbildung nicht blos flüssige Dinge, sondern direkt morphotische Bestandteile, die Dottermolekel abgiebt. Man denkt sich seit Langem, dass die Zellen ihr stoffliches Material dem sie umkreisenden Blute durch osmotische oder chemische Vorgänge entnehmen; wie das Material beschaffen sei, das in den Zellenleib eintritt, ob flüssig, ob fest, oder wie sonst, davon hat man keine Vorstellung. Stillschweigend hat man wohl bisher stets das Eindringen gelöster Substanzen in den Zellenleib angenommen. Seit wir die Wanderzellen kennen, seit wir, angeregt durch die Aufstellung von His, vermuten, dass sie, auch unter ganz normalen Verhältnissen, die Blutgefässe in gewisser Menge wohl stets verlassen, muss man entschieden daran denken, dass ein Teil von ihnen nach der Auswanderung molekular zerfällt und die Molekel in andere Zellen eindringen und ihnen direkt als Ernährungsmaterial zur Restitution verlorener Bestandteile oder zum Wachstum dienen. Wir wissen lange, dass Zellen, auch die Epithelzellen, stoffliche, geformte Partikel aufnehmen können, dass dieselben sogar ganz heterogene Dinge, z. B. die verschiedensten Farbstoffpartikelchen, in ihr Protoplasma in grossen Mengen hineinkommen lassen; um wie vieles näher liegt es, die Aufnahme homogener Partikelchen und zwar als einen regelmässigen Vorgang anzunehmen. Er halte es für sehr wahrscheinlich, dass nicht blos die Epithelzellen der Graaf'schen Follikel, sondern auch die Epithelien vieler anderer Organe einen Teil ihres Wachstums-, Vermehrungs- und Ernährungsmaterials auf diese Weise beziehen und also vom Blute aus nicht blos getränkt, sondern auch re vera mit fester Kost gespeist werden. Der etwaige Einwand, dass man unter den gemachten Voraussetzungen auch viel häufiger bei entsprechenden Experimenten Farbstoffpartikel im Protoplasma der Epithelzellen finden müsste, lasse sich auf vielfache Weise leicht entkräften.

Gegenbaur glaubt, dass die meist als Bläschenbildungen auftretenden Dotterelemente nicht vom Follikelepithel gebildet werden. Als Beweis dafür führt er an: Das Entstehen der Formbestandteile des Dotters im Innern und die bis weit in das Stadium des Auftretens des geformten Dotters bestehende molekel- oder körnchenfreie äusserste Dotterschichte, die immer eine kontinuierliche Abgrenzung für das gesammte Ei bilde. Er spricht den Satz aus, dass an der Bildung des Dotters der Eier mit partieller Furchung sich die Epithelzellen des Follikels in keiner Weise beteiligen, denn sie seien eine von der Oberfläche des Dotters scharf abgegrenzte Schicht.

Eimer erklärt, das Wachsen des Eies sei im Wesentlichen auf Rechnung einer Assimilation von Ernährungsmaterial zu setzen, welches direkt aus dem Kreislauf bezogen sei. Das Ei wachse nicht nach anderer Art, wie jede Zelle wächst, nur in anderem Masse. Die Umsetzung des aufgenommenen Rohstoffes geschehe hauptsächlich im Mittelpunkte des Eies. Es seien nach seiner Ansicht die mit ihren Fortsätzen in den Dotter hineinragenden Follikelepithelzellen, welche eine Zeit lang die Wege für das Ernährungsmaterial des Eies abgeben. Mit dem Schwinden der Granulosa-Zellen würden die Poren der Eihüllen frei, in welchen jene Fortsätze steckten und jetzt seien offene Kanälchen zum Zweck der Ernährung und Abscheidung gegeben. Es sei möglich, dass das Follikelepithel, nachdem es als Leitungs- und Zuführungsapparat ausgedient, durch die Poren der Eihüllen, bezw. durch die eigenen, in den Poren steckenden Fortsätze, welche Röhrchen darstellten, vom Ei gewissermassen aufgesaugt werde.

Sarasin nimmt an, dass das Ei selbstthätig seine Nahrungssubstanz aus dem Blute beziehe und in dem Plasmanetz die Verwandlung der nährenden Flüssigkeit zur Dotterbildung stattfinde. Ob die in das Ei eintretende Flüssigkeit bereits durch das Follikelepithel eine chemische Änderung erfahren habe oder nicht, lasse sich natürlich hier nicht angeben.

Durch Rauber (über den Ursprung der Milch und die Ernährung der Frucht im allgemeinen, Leipzig 1879) ist über die Ernährung des Eies durch Lymphkörperchen beim Huhn folgendes bekannt gegeben worden: Das Ei werde innerhalb der Lymphspalten der Follikelmembran mit weissen Blutkörperchen umkränzt, zum Teil lägen diese auch frei in der Follikelhaut. Es erfolge nun entweder Auflösung der weissen Blutkörperchen ausserhalb der Granulosa und Eintritt der gelösten Substanz durch die Granulosa-Zellen oder Einwanderung der Zellen selbst in's Ei oder beides. Die scheinbar widersprechende Beobachtung von Waldeyer, bei welcher durch Zinnoberinjektion am lebenden Tiere kein Übertritt von Farbstoff ins Epithel und den Dotter nachgewiesen werden konnte, hält er nicht für stichhaltig.

Lindgren (über das Vorhandensein von wirklichen Porenkanälchen in der Zona pellucida des Säugetiereies und über die von Zeit zu Zeit stattfindende Einwanderung von Granulosa-Zellen in das Ei, Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte 1877) lässt wie Eimer die Granulosa-Zellen selbst wie Lymphkörperchen ins Säugetierei wandern.

Bonnet (Beiträge zur Biologie, Festschrift für v. Bischoff, Stuttgart 1882) hat die Ansicht Raubers von der Einwanderung von Lymphkörperchen bei Hund und Katze als richtig bestätigt, nur sei es noch nicht ausgemacht, ob sie im Ei in ernährendem oder zerstörendem Sinne thätig seien.

Den Eimer'schen Ausspruch: „Das Ei wächst nicht nach anderer Art, wie jede Zelle wächst, nur in anderem Masse", halte ich für vollkommen richtig, ebenso richtig, wie seine Ansicht, dass das Wachsen des Eies im Wesentlichen auf Rechnung einer Assimilation von Ernährungsmaterial und nicht einer Einfuhr von geformten Teilen zu setzen sei. Wenn eine Epithelzelle des Keimlagers zum Ei wird, andere dagegen nur die Hüllmembran bilden, so muss erstere entsprechend ihrer Aufgabe besser ernährt werden, als die anderen. Damit dies dauernd erfolgen könne, müssen Einrichtungen getroffen sein, welche ihr womöglich schon zubreitetes Nährmaterial in reichem Masse zur Verfügung stellen. Das Wachstum des Eies geschieht nun unter zweierlei Bedingungen, erstens im jugendlichen Stadium bei Anwesenheit von stark entwickeltem Follikelepithel und späterhin nach völligem Schwund des Epithels. Das Vorhandensein des Follikelepithels bis zur Bildung der geformten Dotterbestandteile kann nicht anders gedeutet werden, als dass es zu der Ernährung des Eies in Beziehung steht. Dabei sind aber zwei Möglichkeiten vorhanden, entweder dienen sie nur dazu, um die aus dem Blute gezogenen Nährstoffe dem Ei einfach zuzuführen, ohne sie chemisch zu verändern — oder aber sie bereiten dieselben durch chemische Umsetzung zur leichteren Verwendbarkeit im Ei vor. Nimmt man das erstere an, wie auch Eimer und Gegenbaur es thun, so lässt sich nicht denken, warum gerade zu der Zeit, wo dem Ei am meisten Material zugeführt werden muss, d. h. zur Zeit der Bildung von geformten Dotterelementen, das Epithel plötzlich bis auf kleine Reste verschwunden ist, da doch das Ei von diesem Zeitpunkt an am raschesten wächst. Für eine chemische Umsetzung der Nährstoffe durch das Follikelepithel spricht die gerade bei den Reptilien vorhandene Mehrschichtigkeit desselben und überhaupt der drüsige Charakter der Zellen, welche man nach Braun's Vorgang als sehr viele einzellige Drüsen oder wenn man den ganzen Follikel ins Auge fasst, in ihrer Gesammtheit als eine Drüse ohne Ausführungsgang betrachten kann, deren Absonderungsprodukt vom Ei aufgenommen und zu seinem Aufbau weiter verwendet wird. Es ist unwahrscheinlich, dass die Eizelle anfänglich allein so

viel Wachstumsenergie besässe, um sich aus dem Blute oder aus seiner Umgebung ohne weitere Mithilfe die Menge Nährmaterial verschaffen zu können, welche sie zu ihrer enormen Vergrösserung nötig hat, wenn ihr nicht vom Follikelepithel dieselbe mundgerecht hingelegt würde, wenigstens finden sich keine ähnlichen Verhältnisse in irgend anderen Organen. Wenn ein Vergleich mit pathologischen Gebilden gestattet ist, möchte ich das Ei, so lange das Follikelepithel funktioniert, mit einer Retentionszyste vergleichen, deren Inhalt in diesem Falle durch die lebende Zelle sofort aufgenommen wird.

Da das Follikelepithel schon vor dem Auftreten von geformten Dotterbestandteilen ziemlich rasch sich zurückbildet, kann man schliessen, dass es mit ihrer Bildung nichts zu thun hat. Man kann jedoch annehmen, dass seine Nährbestandteile zum Aufbau des Dotters verwendet werden.

Eine selbstständige Wanderung von Epithelzellen, wie Lindgren annimmt, ist noch nie beobachtet worden. Seine Abbildungen lassen auf starke Veränderung der betreffenden Eier schliessen, so dass eine Verwechslung mit Lymphkörperchen stattgefunden haben könnte. Bei Bildung der geformten Dotterbestandteile ist das Epithel bereits auf einen ganz geringen Rest reduziert, es genügt jedenfalls sein Sekret nicht mehr und die Eizelle hat nun auch Selbstständigkeit genug, um sich dazu aus dem Blute direkt das Material zu verschaffen. Es ist mir unwahrscheinlich, dass der Epithelrest noch eine aktive Rolle dabei spiele.

Waldeyer nimmt an, dass auch geformte Substanzen vom Ei aufgenommen werden könnten, ich glaube dies jedoch bei der Festigkeit der Dotterhaut ausschliessen zu können.

Über Einwanderung von Lymphkörperchen habe ich nur bei kranken Eiern Beobachtungen gemacht, wo dieselben in grösserer Anzahl in der Peripherie des Dotters sich vorfanden, glaube also, dass sie nicht zur Ernährung des Eies beitragen, sondern nur in zerstörendem Sinne wirken.

Warum die Eizelle sich nicht teilt, wie sonst die Regel ist bei Zellen, welche stark ernährt werden, kann ich nicht erklären. Das Wachstum der Follikel ist kein ununterbrochenes oder fortwährend gleichmässiges. Einen zeitweiligen Stillstand in der Bildung und Ernährung der Follikel und damit auch im Wachstum muss man mindestens für die Zeit des Winterschlafes bei

den Reptilien annehmen, wo ja der ganze Organismus derselben ruht. Auch Hoffmann giebt an, dass im Winter die Follikelbildung stagniere und bei Bonnet finde ich die Angabe, dass vor jeder Ovulation eine gesteigerte Ernährung zum Wachstum und zur Reifung des Eies führe (mit Ausnahme des Säugetiereies, welches seine definitive Grösse schon vor der Geschlechtsreife des Tieres erreiche), dass nach jeder Ovulation ein Stehenbleiben oder eine Rückbildung und zwar, wie sich aus seinen Präparaten von Hund und Katze ergebe, der schon entwickelteren Follikel stattfinde.

Zum Schluss fasse ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen und die daraus zu ziehenden Folgerungen zusammen, wie folgt:

1. Die äussere Gestalt des Eierstockes ist bei den Sauriern die einer länglichen Weintraube, bei den Ophidiern die einer Perlschnur.
2. Die Eierstöcke liegen unsymmetrisch im hinteren Drittel der Leibeshöhle, der rechte mehr kranialwärts.
3. Die Eierstöcke sind von einer Fortsetzung des Peritoneums überzogen, das Keimepithel ist nur eine Verdickung dieses epithelialen Überzuges und ist bei den Sauriern an jedem Ovarium beiderseits vorhanden, bei Ophidiern nur auf der medialen Seite.
4. Die Follikelbildung geht vom Keimepithel aus in der Weise, dass eine Zelle des Keimepithels sich vergrössert und einzelne andere Epithelzellen sich um diese gruppieren. Dieser neu entstandene Follikel rückt sodann in das unterliegende Eilager, wo er von Bindegewebe umgeben wird.
5. Die Follikelbildung geschieht mit Ausnahme der Zeit des Winterschlafes das ganze Jahr hindurch.
6. Die reifenden Eier sind jeweils schon im vorigen Jahre vorgebildet.
7. Das Stroma des Eierstockes ist ein bindegewebiger Sack, in dem Gefässe und glatte Muskelfassern verlaufen und an dessen Wand die Follikel, ebenfalls von Bindegewebe umhüllt, unregelmässig zweireihig, bei Eidechsen und Blindschleichen sich gegenseitig abplattend, angeordnet sind, bei Schlangen einreihig.
8. Bei Coluber tesselatus besteht eine membrana propria fol-

liculi, bei anderen Reptilien konnte keine nachgewiesen werden.

9. Das Follikelepithel ist anfänglich einschichtig, seine Zellen vermehren sich dann und es wird dadurch mehrschichtig. Jede einzelne Epithelzelle vergrössert sich alsdann noch bis zum Beginn der Bildung geformten Dotters, wo sie wieder bis auf eine Reihe plattgedrückter Zellen zurückgehen. Die Zellen sind anfänglich rund, im ausgebildeten Zustande jedoch birnförmig, die Stielseite nach innen gerichtet. Die birnförmigen Zellen gehen also aus den runden hervor. Die Zellen haben einen grossen Kern und dieser enthält wieder 1—2 grössere helle und mehrere kleinere Chromatinteile.
10. Das Corpus luteum besteht anfänglich aus einem Blutgerinnsel, später aus jungem, zuletzt aus älterem Bindegewebe. Epithelzellen sind keine mehr vorhanden.
11. Neben gelben Körpern sind häufig abgestorbene, in Rückbildung begriffene Follikel im Eierstock.
12. Das Ei ist und bleibt eine einzige Zelle bis zu seiner Befruchtung.
13. Die homogene Dotterhaut ist die Zellhaut des Eies und von Anfang an am Ei vorhanden.
14. Der Dotter ist das Protoplasma der Eizelle und besteht aus einer homogenen Flüssigkeit bis zur Grösse von 2 mm, von da ab treten Körnchen auf, welche sich vergrössern und zu Bläschen werden, in welchen wiederum Körnchen liegen.
15. Die Bildung von geformtem Dotter geschieht zuerst in der Nähe der Dotterhaut, später nach innen und aussen von dieser erstentstandenen Zone, schliesslich ist das ganze Ei von solchen Bläschen erfüllt bis auf eine kleine Stelle um das Keimbläschen.
16. Die Bildung der geformten Dotterelemente geschieht wahrscheinlich durch das Eiprotoplasma, welches vermutlich vom Follikelepithel abgesondert wird.
17. Feste Bestandteile finden sich nicht im Ei vor (keine Dotterschollen oder krystallinische Gebilde).
18. Eine Schichtung des Eies in konzentrische Schichten ist bei den Reptilien nicht vorhanden.

19. Das Keimbläschen ist der Zellkern des Eies und verhält sich wie jeder andere Zellkern.
20. Die Ernährung des Eies geschieht vermutlich auf zweierlei Weise:
    a) durch Zufuhr von Nährmaterial von Seiten der Follikelepithelzellen bis zur Bildung der geformten Dotterbestandteile;
    b) später durch Diffussion von Blutbestandteilen aus den erweiterten Blutgefässen.
21. Einwanderung weisser Blutkörperchen in den Dotter findet wahrscheinlich nicht statt.

